

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-148749

(43)Date of publication of application : 07.06.1996

(51)Int.Cl.

H01S 3/18

(21)Application number : 06-280692

(71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 15.11.1994

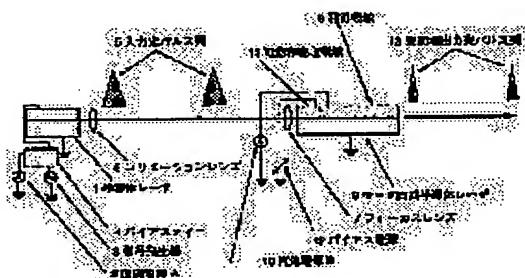
(72)Inventor : YOKOYAMA HIROYUKI  
YANO TAKASHI

## (54) OPTICAL CLOCK GENERATOR

## (57)Abstract:

**PURPOSE:** To provide a small optical clock generator which easily stabilizes frequency at low cost by providing a semiconductor laser which has a saturable absorption area that couples at least a part of optical power from the semiconductor laser which generates periodic light pulse by the direct modulation of exciting current.

**CONSTITUTION:** A semiconductor laser 1 is driven by direct current of direct current A2 and the high frequency or periodic pulse signal from a signal generator 3 through a bias tee 4, and an input light pulse train 5 that allows less fluctuation is generated. The manually provided light pulse train 5 is coupled with a mode-locking semiconductor laser 8 by a collimation lens 6 and a focus lens 7. Though passive mode-locking is allowed for the mode-locking semiconductor laser 8 by direct current supply and reverse bias application to a saturable absorption area 11 by a bias power source 12 by direct current source B10 for a gain area 9, fluctuation of mode-locking operation is suppressed by incidence of the input light pulse train 5.



BEST AVAILABLE COPY

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 15.11.1994

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 2697640

[Date of registration] 19.09.1997

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's]

decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

### [Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to optical communication and the optical clock generation machine which generates the ultrashort light pulse train of a useful ultra high-speed repeat in optical measurement.

[0002]

[Description of the Prior Art] In recent years, the demand of the technique which enables generating of the light pulse train which has the repeat frequency of dozens of GHz or more as ultra high-speed optical communication and a basic technique of optical information processing is increasing. As one of the optical oscillators which generate a high-speed light pulse, the semiconductor laser which carries out mode locking actuation according to two sections or 3 section structures is mentioned. A periodic picosecond light pulse train is generated by the mode of operation called passive mode locking by this device by impressing a reverse bias to one section separated with the electrode, and making it act as a saturable absorption field.

[0003] Usually, in such a light pulse train, since fluctuation of the period of a pulse is large, the method of applying to semiconductor laser the output from the stable electric RF source of release which has a frequency equal to the repeat of a light pulse in order to reduce this is taken. This technique is described in the paper carried, for example ranging from p.2186 [ of the journal OBUKANTAMU electronics (IEEE J.Quantum Electron.) magazine by Derek Son and others (D. J.Derickson) ] to p.2202 of volume [ 28th ] No. 10. Drawing 2 shows the configuration of the hybrid mold mode locking semiconductor laser which is the conventional optical clock generation machine. The mode locking semiconductor laser 8 carries out passive mode synchronous operation by supply of a direct current by DC power supply B10 to the gain field 9, and impression of the reverse bias by the bias power supply 12 to the saturable absorption field 11, and impresses [ with this configuration / further ] a RF signal with an equal frequency with a signal generator 3 repeatedly to the saturable absorption field 11 with the output light pulse train 14 through the bias tee 4 for stabilization of operation.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] In optical-communication application, it is required to stabilize the precision of the repeat frequency of a light pulse and stability of operation as much as possible. In the above-mentioned mode locking semiconductor laser, although the optical nonlinear phenomenon of passive mode locking is stabilized by the modulation by the RF, it is not easy to attain the stability required of optical communication also by this approach. An about 30dBm RF must be inputted into semiconductor laser for sufficient stabilization by the electric modulation. However, using the ultrahigh frequency of such high power, very special device and components are needed and the problem that equipment becomes on a large scale and expensive arises.

[0005] The object of this invention is to offer the optical clock generation [ which it is small and cheap and stabilization of a frequency tends to carry out ] machine which removed the fault which the conventional optical clock generation machine mentioned above has.

[0006]

[Means for Solving the Problem] The optical clock generation machine by this invention is characterized by having the 1st semiconductor laser which generates a periodic light pulse train by the direct modulation of an exciting current, a means to combine a part of optical output [ at least ] from this semiconductor laser, and the 2nd semiconductor laser which has a saturable absorption field. Moreover, it is characterized by having the 1st semiconductor laser which generates a steady continuation light, a means to carry out intensity modulation of the optical output from this semiconductor laser, and to generate a periodic light pulse train, a means to combine a part of this light pulse train output [ at least ], and the 2nd semiconductor laser that has a saturable absorption field. And the 2nd semiconductor laser is characterized by carrying out self-pulsation actuation or passive mode synchronous operation according to a saturable absorption operation.

[0007]

[Function] In this invention, the stable periodic light pulse train is poured in and self-pulsation semiconductor laser and passive-mode-locking semiconductor laser are stabilized by impregnation synchronous operation. The stable light pulse train is acquired by carrying out intensity modulation of the direct modulation of the exciting current of semiconductor laser, or the output of semiconductor laser which carries out continuous oscillation with an optical intensity modulator. However, since these light pulses usually have time amount width of face of 10 or more pses, it is difficult to acquire a light pulse train with a good repeat frequency [ of separation ] of dozens of GHz by the optical multiplexer. Then, such a light pulse train is made to generate on the frequency of about 10GHz, and the light pulse train into which time amount width of face was compressed by pouring the light into the semiconductor laser which has a saturable absorption field is acquired. At this time, the pulse frequency of the semiconductor laser which has a saturable absorption field of operation performs setting out which is in agreement with the repeat frequency of the light pulse train to pour in. In passive-mode-locking semiconductor laser, pulse compression arises effectively according to the circumference phenomenon in the resonator of a light pulse especially among the semiconductor laser by which optical impregnation is carried out. Moreover, it is based on the frequency drawing-in phenomenon to the main optical frequency and the side band which carried out phase simulation of impregnation light that the light pulse frequency from the semiconductor laser by which optical impregnation is carried out is stabilized like an impregnation light pulse train. That is, it is not by the electric modulation about the optical nonlinear phenomenon in the semiconductor laser which has a saturable absorption operation, and stabilization can be efficiently attained by the optical approach by the optical input from the outside.

[0008]

[Example] Next, with reference to a drawing, an example is shown about this invention. Drawing 1 expresses typically one example of the configuration of the optical clock generation machine which applied this invention.

[0009] Semiconductor laser 1 is driving through the bias tee 4 by the high frequency or the periodic pulse signal from a direct current by the direct current A2, and a signal generator 3, and generates few input light pulse trains 5 of fluctuation. This input light pulse train 5 is combined with the mode locking semiconductor laser 8 with the collimation lens 6 and the focal lens 7. Moreover, although not illustrated, an isolator is arranged between the collimation lens 6 and the focal lens 7. Although the mode locking semiconductor laser 8 carries out passive mode synchronous operation by supply of a direct current by DC power supply B10 to the gain field 9, and impression of the reverse bias by the bias power supply 12 to the saturable absorption field 11, fluctuation of mode locking actuation is controlled by the incidence of the equal input light pulse train 5 of a repeat frequency according to the synchronous operation to this. Thus, the stable optical synchronous output light pulse train 13 with narrow time amount width of face with little [ and ] fluctuation is acquired.

[0010] In this example, the distributed feedback laser which has the InGaAs/InGaAsP multiplex quantum well structure where an overall length is about 0.5mm as semiconductor laser 1 was used. The RF frequency from a signal generator 3 was set to 10GHz. Moreover, the cleavage plane reflective mold laser of two electrodes which have the InGaAs/InGaAsP multiplex quantum

well structure where an overall length is about 4mm was used for the mode locking semiconductor laser 8. By operating these semiconductor laser on suitable conditions, the optical synchronous output light pulse train 13 of time amount \*\*\*\* 5ps by which timing fluctuation was controlled to the same extent as the input light pulse train 5 by the input light pulse train 5 of time amount \*\*\*\* 20ps being acquired from semiconductor laser 1, and combining it with the mode locking semiconductor laser 8 about 100mW was acquired.

[0011] In addition, although the semiconductor laser which has InGaAs system multiplex quantum well structure was indicated in the example in the example, it is clear that you may constitute according to distribution feedback structure instead of not being limited to a specific ingredient system from a theoretic standpoint, and the reflecting mirror of the resonator of mode locking semiconductor laser being based on a cleavage plane. Moreover, a fiber may be used instead of a lens. Furthermore, although the above-mentioned example showed the case where passive-mode-locking semiconductor laser was used as semiconductor laser which has a saturable absorption field, when about 10 ps(es) are sufficient as the time amount width of face of a light pulse, the semiconductor laser which carries out self-pulsation actuation can be used. Moreover, although the above-mentioned example described the case of the semiconductor laser by the direct modulation of a current as a source of release of the stable input light pulse, in order to generate an input light pulse, intensity modulation of the optical output from the semiconductor laser of continuous action may be carried out with an optical intensity modulator.

[0012]

[Effect of the Invention] As mentioned above, according to this invention, the light pulse of the fully stabilized important picosecond field can be obtained on future ultra high-speed optical-communication application by the configuration with the light burden to an electric control system.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIP I are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the mimetic diagram of the example of the optical clock generation machine which applied this invention.

[Drawing 2] It is drawing showing the configuration of the conventional optical clock generation machine.

[Description of Notations]

- 1 Semiconductor Laser
- 2 DC Power Supply A
- 3 Signal Generator
- 4 Bias Tee
- 5 Input Light Pulse Train
- 6 Collimation Lens
- 7 Focal Lens
- 8 Mode Locking Semiconductor Laser
- 9 Gain Field
- 10 DC Power Supply B
- 11 Saturable Absorption Field
- 12 Bias-Power-Supply B
- 13 Optical Synchronous Output Light Pulse Train
- 14 Output Light Pulse Train

---

[Translation done.]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-148749

(43)公開日 平成8年(1996)6月7日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

庁内整理番号

F 1

技術表示箇所

H 0 1 S 3/18

審査請求 有 請求項の数 4 O L (全 4 頁)

(21)出願番号 特願平6-280692  
(22)出願日 平成6年(1994)11月15日

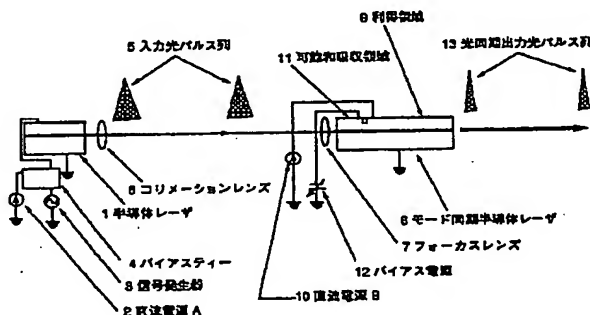
(71)出願人 000004237  
日本電気株式会社  
東京都港区芝五丁目7番1号  
(72)発明者 横山 弘之  
東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内  
(72)発明者 矢野 隆  
東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内  
(74)代理人 弁理士 京本 直樹 (外2名)

(54)【発明の名称】 光クロック発生器

(57)【要約】

【目的】 光通信、光情報処理に有用な十分に安定化された超高速繰り返しの超短光パルス列を生成可能な光クロック発生器に関する。

【構成】 本発明を適用した光クロック発生器の構成の一実施例を模式的に表している。半導体レーザ1は、直流電源A2による直流電流と信号発生器3からの高周波または周期的パルス信号とによりバイアスティー4を介して駆動されることで、揺らぎの少ない入力光パルス列5を生成する。この入力光パルス列5はコリメーションレンズ6およびフォーカスレンズ7によってモード同期半導体レーザ8に結合させられる。モード同期半導体レーザ8は、利得領域9への直流電源B10による直流電流の供給と可飽和吸収領域11へのバイアス電源12による逆バイアスの印加で受動モード同期動作をするが、繰り返し周波数の等しい入力光パルス列5の入射によりこれへの同期作用によりモード同期動作の揺らぎが抑制される。このようにして、揺らぎが少なくかつ時間幅の狭い安定な光同期出力光パルス列13が得られる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 励起電流の直接変調により周期的な光パルス列を発生する第1の半導体レーザと、この半導体レーザからの光出力の少なくとも一部を結合させる手段と、可飽和吸収領域を有する第2の半導体レーザを備えたことを特徴とする光クロック発生器。

【請求項2】 定常的な連続光を発生する第1の半導体レーザと、この半導体レーザからの光出力を強度変調して周期的な光パルス列を発生させる手段と、この光パルス列出力の少なくとも一部を結合させる手段と、可飽和吸収領域を有する第2の半導体レーザを備えたことを特徴とする光クロック発生器。

【請求項3】 前記第2の半導体レーザは可飽和吸収作用によりセルフパルセーション動作をすることを特徴とする請求項1および請求項2記載の光クロック発生器。

【請求項4】 前記第2の半導体レーザは可飽和吸収作用により受動モード同期動作をすることを特徴とする請求項1および請求項2記載の光クロック発生器。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、光通信、光計測に有用な超高速繰り返し超短光パルス列を発生する光クロック発生器に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 近年、超高速の光通信、光情報処理の基本技術として数十GHz以上の繰り返し周波数を有する光パルス列の発生を可能にする技術の要求が高まっている。高速光パルスを発生させる光オシレータの1つとして、2セクションまたは3セクション構造によりモード同期動作する半導体レーザが挙げられる。このデバイスでは、電極によって分離された1つのセクションに逆バイアスを印加して可飽和吸収領域として作用させることにより、受動モード同期とよばれる動作モードで周期的なピコ秒光パルス列が生成される。

【0003】 通常、このような光パルス列ではパルスの周期の揺らぎが大きいので、これを低減する目的で光パルスの繰り返しと等しい周波数を有する安定化された電気的高周波発生源からの出力を半導体レーザに加える方法が取られる。この技術については、たとえばデリクソン (D. J. Derickson) らによるジャーナルオブクアンタムエレクトロニクス (IEEE J. Quantum Electron.) 誌の第28巻10号のp. 2186からp. 2202にわたって掲載された論文の中に述べられている。図2は従来の光クロック発生器であるハイブリッド型モード同期半導体レーザの構成を示している。この構成ではモード同期半導体レーザ8は、利得領域9への直流電源B10による直流電流の供給と、可飽和吸収領域11へのバイアス電源12による逆バイアスの印加で受動モード同期動作をし、さらに動作の安定化のために、バイアスティー4を介し可飽和吸

収領域11に対して出力光パルス列14と繰り返し周波数の等しい高周波信号を信号発生器3によって印加する。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】 光通信応用では、光パルスの繰り返し周波数の精度や動作の安定性を極力安定化することが必要である。上記のモード同期半導体レーザにおいては、受動モード同期という光学的な非線形現象を高周波による変調によって安定化するのであるが、この方法によっても光通信に要求される安定度を達成するのは容易でない。電気的変調による十分な安定化のためには30dBm程度の高周波を半導体レーザに入力しなければならない。しかし、このような高出力の超高周波を使用するにはきわめて特殊な機器や部品が必要となり、装置が大型かつ高価になるという問題が生じる。

【0005】 本発明の目的は、上述した従来の光クロック発生器の持つ欠点を除去した、小型かつ安価で周波数の安定化がしやすい光クロック発生器を提供することにある。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】 本発明による光クロック発生器は、励起電流の直接変調により周期的な光パルス列を発生する第1の半導体レーザと、この半導体レーザからの光出力の少なくとも一部を結合させる手段と、可飽和吸収領域を有する第2の半導体レーザを備えたことを特徴とする。また、定常的な連続光を発生する第1の半導体レーザと、この半導体レーザからの光出力を強度変調して周期的な光パルス列を発生させる手段と、この光パルス列出力の少なくとも一部を結合させる手段と、可飽和吸収領域を有する第2の半導体レーザを備えたことを特徴とする。そして、第2の半導体レーザは可飽和吸収作用によりセルフパルセーション動作または受動モード同期動作をすることを特徴としている。

## 【0007】

【作用】 本発明では、安定化された周期的光パルス列の注入を行いセルフパルセーション半導体レーザや受動モード同期半導体レーザを注入同期動作によって安定化させる。安定化した光パルス列は半導体レーザの励起電流の直接変調、または連続発振する半導体レーザの出力を光強度変調器によって強度変調することによって得られる。しかし、これらの光パルスは通常10ps以上の時間幅を有するので、光マルチプレクスによって分離のよい数十GHzの繰り返し周波数の光パルス列を得るのは困難である。そこで、このような光パルス列を10GHz程度の周波数で生成させ、その光を可飽和吸収領域を有する半導体レーザに注入することで時間幅が圧縮された光パルス列を得る。このとき、可飽和吸収領域を有する半導体レーザの動作パルス周波数は、注入する光パルス列の繰り返し周波数に一致するような設定を行う。光注入される半導体レーザのうち特に受動モード同期半導



3

体レーザでは光パルスの共振器内の周回現象によりパルス圧縮が有効に生じる。また、光注入される半導体レーザからの光パルス周波数が注入光パルス列と同様に安定化されるのは、注入光の中心光周波数および位相同期したサイドバンドへの周波数引き込み現象による。すなわち、可飽和吸収作用を有する半導体レーザ内の光学的非線形現象を電気的な変調によってではなく、外部からの光入力による光学的な方法で効率的に安定化を図ることができる。

【0008】

【実施例】次に、本発明について図面を参照して実施例を示す。図1は、本発明を適用した光クロック発生器の構成の一実施例を模式的に表している。

【0009】半導体レーザ1は、直流電流A2による直流電流と信号発生器3からの高周波または周期的パルス信号とによりバイアスティー4を介して駆動されることで、揺らぎの少ない入力光パルス列5を生成する。この入力光パルス列5はコリメーションレンズ6およびフォーカスレンズ7によってモード同期半導体レーザ8に結合させられる。また図示していないがコリメーションレンズ6とフォーカスレンズ7の間にはアイソレータが配置される。モード同期半導体レーザ8は、利得領域9への直流電源B10による直流電流の供給と可飽和吸収領域11へのバイアス電源12による逆バイアスの印加で受動モード同期動作をするが、繰り返し周波数の等しい入力光パルス列5の入射によりこれへの同期作用によりモード同期動作の揺らぎが抑制される。このようにして、揺らぎが少なくかつ時間幅の狭い安定な光同期出力光パルス列13が得られる。

【0010】本実施例では、半導体レーザ1として全長が約0.5mmのInGaAs/InGaAsP多重量子井戸構造を有する分布帰還型レーザを用いた。信号発生器3からの高周波周波数は10GHzとした。また、モード同期半導体レーザ8は、全長が約4mmのInGaAs/InGaAsP多重量子井戸構造を有する2電極の劈開面反射型レーザを用いた。適切な条件でこれらの半導体レーザを動作させることにより、半導体レーザ1から時間幅約20psの入力光パルス列5が得られ、またそれを100mW程度モード同期半導体レーザ8に結合させることでタイミング揺らぎが入力光パルス列5と同程度に抑制された時間幅約5psの光同期出力光パルス列13が得られた。

4

【0011】なお、実施例では、InGaAs系多重量子井戸構造を有する半導体レーザを実施例に記載したが、原理的な見地から特定の材料系に限定されず、またモード同期半導体レーザの共振器の反射鏡は劈開面による代わりに分布帰還構造によって構成してもよいことは明らかである。また、レンズの代わりにファイバーを用いてもよい。さらに、上記の実施例では、可飽和吸収領域を有する半導体レーザとして受動モード同期半導体レーザを用いた場合を示したが、光パルスの時間幅が約10psでよい場合にはセルフパルスセーション動作をする半導体レーザを使用することができる。また、上記の実施例では、安定化された入力光パルスの発生源として電流の直接変調による半導体レーザの場合について述べたが、入力光パルスを生成するためには連続動作の半導体レーザからの光出力を光強度変調器によって強度変調してもよい。

【0012】

【発明の効果】以上、本発明によれば、電気的な制御系への負担が軽い構成によって、今後の超高速光通信応用上重要な十分に安定化されたピコ秒領域の光パルスを得ることができる。

【図面の簡単な説明】

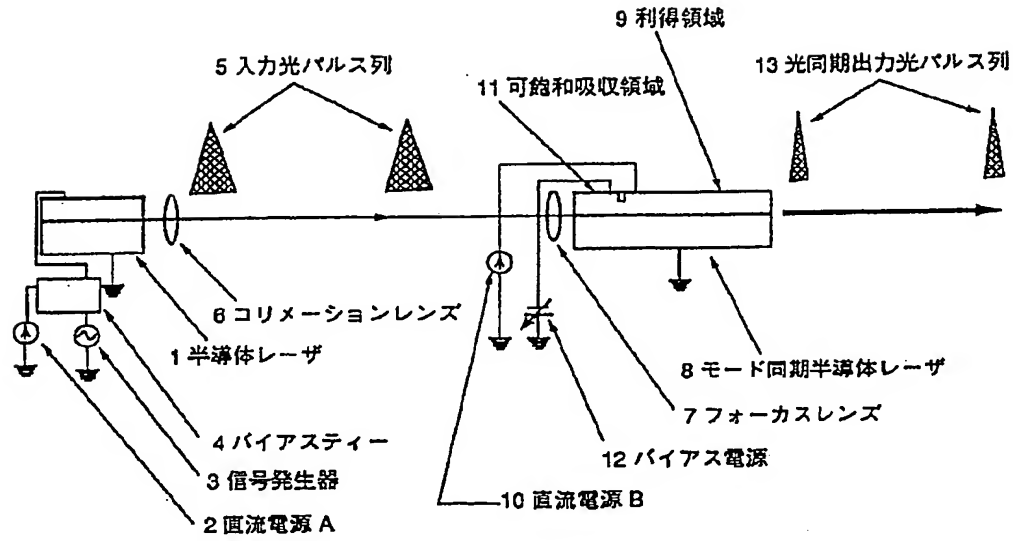
【図1】本発明を適用した光クロック発生器の実施例の模式図である。

【図2】従来の光クロック発生器の構成を示す図である。

【符号の説明】

- 1 半導体レーザ
- 2 直流電源A
- 3 信号発生器
- 4 バイアスティー
- 5 入力光パルス列
- 6 コリメーションレンズ
- 7 フォーカスレンズ
- 8 モード同期半導体レーザ
- 9 利得領域
- 10 直流電源B
- 11 可飽和吸収領域
- 12 バイアス電源B
- 13 光同期出力光パルス列
- 14 出力光パルス列

【図1】



【図2】

